

WIRELESS COMMUNICATION UNIT AND TRANSMISSION POWER CONTROLLER

Publication number: JP2002290262

Publication date: 2002-10-04

Inventor: AISAKA HIDEKI; NIWA MASANORI

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international:

H04B1/40; H04B1/04; H04B7/005; H04B7/04;
H04B7/26; H04B1/40; H04B1/04; H04B7/005;
H04B7/04; H04B7/26; (IPC1-7): H04B1/40; H04B1/04;
H04B7/26

- **European:**

H04B7/005B4D2; H04B7/005B6; H04B7/04

Application number: JP20010086230 20010323

Priority number(s): JP20010086230 20010323

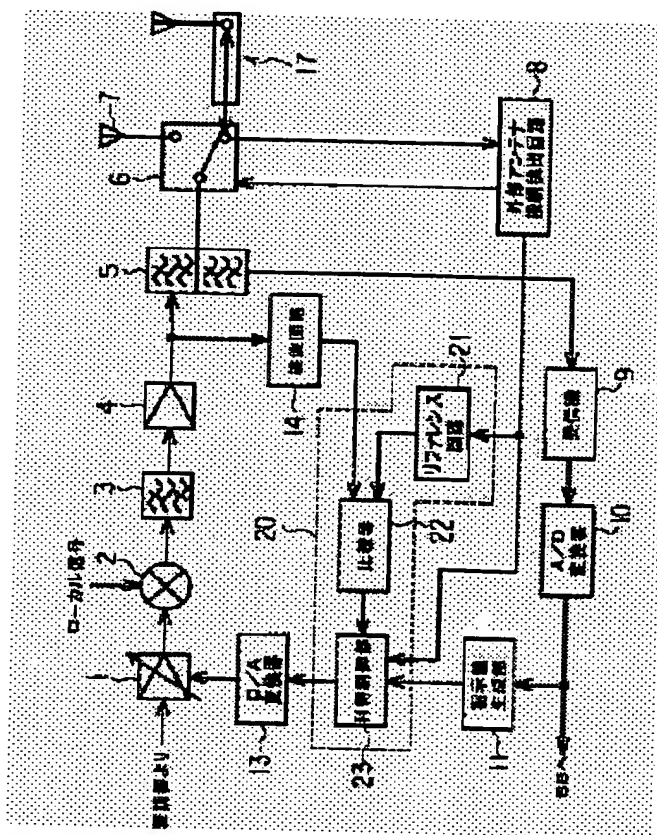
Also published as:



Report a data error here

Abstract of JP2002290262

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wireless communication unit that can correctly control the transmission power so that it can stay in a prescribed power in the vicinity of a maximum transmission power in the case that the transmission power depending on the received power exceeds the maximum transmission power even when either of a standard antenna or external antenna is employed. **SOLUTION:** A gain control section 23 operates a variable amplifier 1 at a gain indication value determined depending on the received power by an indication value generating section 11 as a rule. However, the gain control section 23 obtains the gain in the vicinity of a 1st limit value determined by the maximum transmission power and a power loss in the standard antenna 7 when using the standard antenna 7 and a gain in the vicinity of a 2nd limit determined by correcting the 1st limit on the basis of a difference of a power loss between the standard antenna 7 and the external antenna 17 when using the external antenna 17 respectively is obtained as the gain indication value and activates the variable amplifier 1 on the basis of the gain indication value when the gain exceeds the gain indication value.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

ABSTRACT

[Object] An object is to allow transmission power to be correctly controlled to predetermined power in the vicinity of maximum transmission power when either of a standard antenna or an external antenna is used and transmission power determined by reception power exceeds maximum transmission power.

[Overcoming Means] A gain control section 23 causes a variable amplifier 1 to be operated with a gain instruction value, which is in principle determined by an instruction value generating section 11 according to reception power. However, when the gain control gain section 23 obtains a gain value in the vicinity of a first limit value, which is determined by maximum transmission power and power loss by a standard antenna 7, when the standard antenna 7 is used, and a gain value in the vicinity of a second limit value, which is determined by correcting the first limit value based on a difference in power loss between the standard antenna 7 and an external antenna 17, when the external antenna 17 is used, and causes a variable amplifier 1 to be operated by either gain instruction value when one gain instruction value exceeds other gain instruction value.

[0015]

[Problem to be Solved by the Invention]

As mentioned above, in conventional, the difference in loss between the standard antenna and the external antenna was compensated by open loop control based on reception power. For this reason, there was possibility that transmission power would exceed predetermined maximum transmission power due to this open loop control, and therefore, when transmission power control was changed to closed loop control based on a reference value, which was determined according to maximum transmission power, and a transmission signal level, a problem arose in which the difference in loss between the standard antenna and the external antenna was not able to be compensated, and resulted in inappropriate transmission power at the time of using the external antenna.

[0016]

The present invention has been made with consideration given to the aforementioned circumstances and it is an object of the present invention is to provide a radio communication apparatus and transmission power control apparatus capable of correctly controlling transmission power to predetermined power in the vicinity of maximum transmission power when either of a standard first antenna or an external second antenna is used and transmission power determined by reception power exceeds maximum transmission power.

[0017]

[Means for Solving the Problems]

There is provided a transmission power control section that controls a gain of a variable amplifying section, which amplifies a transmission signal, in such a way that a gain, which is determined according to reception power, does not exceed a predetermined first limit value, which is determined by predetermined maximum transmission power and power loss of a first antenna, when an antenna switching section selects the first antenna, and in a way that transmission power, which is determined according to the reception power, does not exceed

a predetermined second control value, which is determined by correcting the first limit value based on a difference in power loss between the first antenna and a second antenna, when the antenna switching section selects the second antenna.

[0018]

By providing the above means, the gain limit value of the variable amplifying section is changed to a different value determined in consideration of a difference in power loss between the respective antennas at the first antenna using time and the second antenna using time. As a result, the first limit value and the second limit value are appropriately set to thereby carry out transmission with transmission power up to maximum transmission power in a range that does not exceed maximum transmission power when either antenna is used.

[0019]

[Embodiments of the Invention]

The following will explain embodiments of the present invention.

(11)特許出願公開番号
特開2002-290262
(P2002-290262A)

(43)公開日 平成14年10月4日(2002.10.4)

(51)Int.Cl.		識別記号	F I	テ-マコ-ト(参考)
H 0 4 B	1/40		H 0 4 B 1/40	5 K 0 1 1
	1/04		1/04	E 5 K 0 6 0
	7/26	1 0 2	7/26	1 0 2 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 13 頁)

(21)出願番号	特願2001-86230(P2001-86230)	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	平成13年3月23日(2001.3.23)	(72)発明者	相坂 英毅 東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株 式会社東芝日野工場内
		(72)発明者	丹羽 雅徳 東京都青梅市新町3丁目3番地の1 東芝 デジタルメディアエンジニアリング株式会 社内
		(74)代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

最終頁に続く

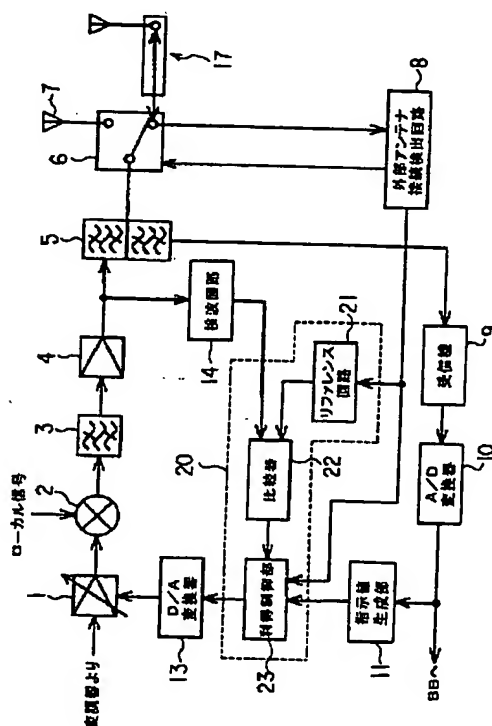
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信装置および送信電力制御装置

(57) 【要約】

【課題】 標準アンテナおよび外部アンテナのいずれが使用される場合にも受信電力により定まる送信電力が最大送信電力を上回る場合には送信電力を最大送信電力近傍の所定電力に正しく制御することを可能とする。

【解決手段】 利得制御部 23 は、原則として指示値生成部 11 にて受信電力に応じて定められた利得指示値で可変増幅器 1 を動作させる。しかし利得制御部 23 は、標準アンテナ 7 を使用しているときには、最大送信電力と標準アンテナ 7 における電力損失とにより定まる第 1 制限値近傍の利得値を、また外部アンテナ 17 を使用しているときには、標準アンテナ 7 における電力損失と外部アンテナ 17 における電力損失との差に基づいて第 1 制限値を補正して定まる第 2 制限値近傍の利得値をそれぞれ利得指示値として求めておき、利得指示値が利得指示値を超えるときには利得指示値で可変増幅器 1 を動作させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信信号を増幅する可変増幅手段の利得を調整することで送信電力を受信電力に応じて所定の最大送信電力を超えない範囲で変化させるもので、かつ第1アンテナを備え、さらに第2アンテナを接続可能で、アンテナ切換手段により前記第1アンテナおよび前記第2アンテナの一方を選択して使用して送受信を行うことができる無線通信装置において、

前記可変増幅手段の利得を、前記アンテナ切換手段が前記第1アンテナを選択しているときには前記受信電力に応じて定まる利得を前記最大送信電力と前記第1アンテナにおける電力損失とにより定まる所定の第1制限値を越えないようにして利得とし、また前記アンテナ切換手段が前記第2アンテナを選択しているときには前記受信電力に応じて定まる送信電力に対して前記第1アンテナにおける電力損失と前記第2アンテナにおける電力損失との差に基づいて前記第1制限値を補正して定まる所定の第2制限値を越えないようにして利得とする送信電力制御手段とを具備したことを特徴とする無線通信装置。

【請求項2】 前記アンテナ切換手段が選択しているアンテナを介しての受信電力に応じて前記可変増幅手段の利得を決定する第1利得決定手段と、

前記アンテナ切換手段を介して前記第1アンテナまたは前記第2アンテナへと与えられる送信信号の電力値を検出する電力検出手段とを備え、

かつ前記送信電力制御手段は、

前記アンテナ切換手段が前記第1アンテナを選択しているときには前記第1制限値に基づいて定めた第1参照電力値を、また前記アンテナ切換手段が前記第2アンテナを選択しているときには前記第2制限値に基づいて定めた第2参照電力値を、それぞれ出力する参照値出力手段と、

前記電力検出手段により検出される電力値と前記参照値出力手段が出力する第1参照電力値または第2参照電力値とを比較する比較手段と、

前記アンテナ切換手段が前記第1アンテナを選択しているときには前記第1制限値を中心とした所定範囲内で、また前記アンテナ切換手段が前記第2アンテナを選択しているときには前記第2制限値を中心とした所定範囲内で、それぞれ前記比較手段の出力に基づいて利得を決定する第2利得決定手段と、

前記可変増幅手段の利得を、前記第1利得決定手段が決定した利得が前記第2利得決定手段が決定した利得よりも小さい場合には前記第1利得決定手段が決定した利得とし、また前記第1利得決定手段が決定した利得が前記第2利得決定手段が決定した利得以上である場合には前記第2利得決定手段が決定した利得とする利得制御手段とを具備することを特徴とする請求項1に記載の無線通信装置。

【請求項3】 前記アンテナ切換手段が選択しているア

ンテナを介しての受信電力に応じて利得を決定する第1利得決定手段と、

前記アンテナ切換手段を介して前記第1アンテナまたは前記第2アンテナへと与えられる送信信号の電力値を検出する電力検出手段とを備え、

かつ前記送信電力制御手段は、

所定の基準参照電力値を出力する参照値出力手段と、

前記電力検出手段により検出される電力値と前記参照値出力手段が出力する前記参照電力値との差を求める電力差算出手段と、

前記アンテナ切換手段が前記第1アンテナを選択しているときには前記電力差算出手段により算出された値が前記第1制限値に基づいて定まる第1参照電力値と前記基準参照電力値との差と等しくなるように前記第1制限値を中心とした所定範囲内で、また前記アンテナ切換手段が前記第2アンテナを選択しているときには前記電力差算出手段により算出された値が前記第2制限値に基づいて定まる第2参照電力値と前記基準参照電力値との差と等しくなるように前記第2制限値を中心とした所定範囲内で、それぞれ利得を決定する第2利得決定手段と、

前記第1利得決定手段が決定した利得が前記第2利得決定手段が決定した利得よりも小さい場合には前記第1利得決定手段が決定した利得とし、また前記第1利得決定手段が決定した利得が前記第2利得決定手段が決定した利得以上である場合には前記第2利得決定手段が決定した利得とするように前記可変増幅手段を制御する利得制御手段とを具備することを特徴とする請求項1に記載の無線通信装置。

【請求項4】 送信信号を増幅する可変増幅手段の利得を調整することで送信電力を受信電力に応じて所定の最大送信電力を超えない範囲で変化させるもので、かつ標準で備える第1アンテナの他に第2アンテナを接続可能で、アンテナ切換手段により前記第1アンテナおよび前記第2アンテナの一方を選択して使用して送受信を行うことができる無線通信装置に適用され、当該無線通信装置での送信電力を制御する送信電力制御装置において、前記可変増幅手段の利得を、前記アンテナ切換手段が前記第1アンテナを選択しているときには前記受信電力に応じて定まる利得を前記最大送信電力と前記第1アンテナにおける電力損失とにより定まる所定の第1制限値を越えないようにして利得とし、また前記アンテナ切換手段が前記第2アンテナを選択しているときには前記受信電力に応じて定まる送信電力に対して前記第1アンテナにおける電力損失と前記第2アンテナにおける電力損失との差に基づいて前記第1制限値を補正して定まる所定の第2制限値を越えないようにして利得とする送信電力制御手段を具備したことを特徴とする送信電力制御装置。

【請求項5】 前記無線通信装置は、前記アンテナ切換手段が選択しているアンテナを介しての受信電力に応じ

て利得を決定する第1利得決定手段と、
 前記アンテナ切換手段を介して前記第1アンテナまたは
 前記第2アンテナへと与えられる送信信号の電力値を検
 出する電力検出手段とを備えたものであり、
 かつ前記送信電力制御手段は、
 前記アンテナ切換手段が前記第1アンテナを選択してい
 るときには前記第1制限値に基づいて定めた第1参照電
 力値を、また前記アンテナ切換手段が前記第2アンテナ
 を選択しているときには前記第2制限値に基づいて定め
 た第2参照電力値を、それぞれ出力する参照値出力手段
 と、
 前記電力検出手段により検出される電力値と前記参照値
 出力手段が出力する第1参照電力値または第2参照電力
 値とを比較する比較手段と、
 前記アンテナ切換手段が前記第1アンテナを選択してい
 るときには前記第1制限値を中心とした所定範囲内で、
 また前記アンテナ切換手段が前記第2アンテナを選択し
 ているときには前記第2制限値を中心とした所定範囲内
 で、それぞれ前記比較手段の出力に基づいて利得を決定
 する第2利得決定手段と、
 前記可変増幅手段の利得を、前記第1利得決定手段が決
 定した利得が前記第2利得決定手段が決定した利得より
 も小さい場合には前記第1利得決定手段が決定した利得
 とし、また前記第1利得決定手段が決定した利得が前記
 第2利得決定手段が決定した利得以上である場合には前
 記第2利得決定手段が決定した利得とする利得制御手段
 とを具備することを特徴とする請求項4に記載の送信電
 力制御装置。

【請求項6】 前記無線通信装置は、前記アンテナ切換
 手段が選択しているアンテナを介しての受信電力に応じ
 て利得を決定する第1利得決定手段と、
 前記アンテナ切換手段を介して前記第1アンテナまたは
 前記第2アンテナへと与えられる送信信号の電力値を検
 出する電力検出手段とを備えたものであり、
 かつ前記送信電力制御手段は、
 前記最大送信電力に基づいて定まる参照電力値を出力す
 る参照値出力手段と、
 前記電力検出手段により検出される電力値と前記参照値
 出力手段が出力する前記参照電力値との差を求める電力
 差算出手段と、
 前記アンテナ切換手段が前記第1アンテナを選択してい
 るときには前記第1制限値を中心とした所定範囲内で、
 また前記アンテナ切換手段が前記第2アンテナを選択し
 ているときには前記第2制限値を中心とした所定範囲内
 で、それぞれ前記電力差算出手段により算出された値に
 基づいて利得を決定する第2利得決定手段と、
 前記第1利得決定手段が決定した利得が前記第2利得決
 定手段が決定した利得よりも小さい場合には前記第1利
 得決定手段が決定した利得とし、また前記第1利得決定
 手段が決定した利得が前記第2利得決定手段が決定した

利得以上である場合には前記第2利得決定手段が決定し
 た利得とするように前記可変増幅手段を制御する利得制
 御手段とを具備することを特徴とする請求項4に記載の
 送信電力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、受信電力に応じて
 送信電力を可変制御する無線通信装置およびこの無線通
 信装置にて使用される送信電力制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図9は従来よりある携帯電話端末に備え
 られた無線通信装置の要部構成を示すブロック図であ
 る。

【0003】この無線通信装置では、図示しない変調器
 から与えられる送信信号は、可変増幅器1、アップコン
 パータ2、バンドパスフィルタ3および電力増幅器4に
 より無線送信可能な状態とされる。そしてこの送信信号
 は、アンテナ共用器5およびアンテナ切換器6を介して
 通常は標準アンテナ7へと供給され、この標準アンテナ
 7により電波として放射される。

【0004】アンテナ切換器6には外部アンテナ17を
 接続可能となっている。外部アンテナ17の接続の有無
 は外部アンテナ接続検出回路8により監視されている。
 そして外部アンテナ17が接続されているときには、外
 部アンテナ接続検出回路8の制御の下にアンテナ切換器
 6により外部アンテナ17が選択される。かくして、こ
 のように外部アンテナ17が接続された状態にあつて
 は、電力増幅器4から出力される送信信号は、アンテナ
 共用器5およびアンテナ切換器6を介して外部アンテナ
 17へと供給され、この外部アンテナ17により電波と
 して放射される。

【0005】一方、到来した電波を受けて標準アンテナ
 7または外部アンテナ17で生成された受信信号は、ア
 ンテナ切換器6およびアンテナ共用器5を介して受信機
 9へと与えられる。そして受信信号は、受信機9および
 A/D変換器10によりデジタル状態のベースバンド
 信号とされ、図示しないベースバンド処理部へと与えら
 れる。

【0006】ところで、送信電力は可変増幅器1の利得
 により調整することが可能である。そして送信電力は、
 基本的には受信電力により決定される。すなわち、受信
 電力が大きいならば、無線回線の状態が良いと考えられ
 るので送信電力を低下させても十分な通信品質を維持で
 きるので、送信電力を低下させる。逆に受信電力が小さ
 いならば、十分な通信品質を確保するために送信電力を
 増加させる。

【0007】そこで指示値生成部11がA/D変換器1
 0の出力を監視し、受信電力に応じた送信電力を達成で
 きる利得を求める。利得制御部12では、基本的には指
 示値生成部11が求めた利得で可変増幅器1を動作させ

るための利得制御値を出力する。そうすると、利得制御値がD/A変換器13によりデジタル/アナログ変換がなされて利得制御信号が得られ、これが可変増幅器1に与えられる。

【0008】このように通常は、オープンループをなす第1ループにより送信電力の制御がなされるのである。

【0009】しかしながら、この第1ループのみにより送信電力の制御を行っていると、受信電力が大幅に低下した状態となった場合に、送信電力を非常に大きくするように制御が働くことになり、法的またはシステムの

10 定められている最大送信電力を送信電力が上回ってしまうおそれがある。
【0010】そこで、送信電力を最大送信電力に安定化させるための第2ループを検波回路14、リファレンス回路15および比較器16により構成してある。そして指示値生成部11が求めた利得があるしきい値を超えたならば、第1ループによる送信電力制御を停止して、第2ループによる送信電力制御を行うようにしている。

【0011】この結果、受信電力と送信電力との関係は図10に示すようなものとなり、送信電力は最大送信電力（この図では21dBm）で制限される。

【0012】さて、第1ループおよび第2ループでの利得の決定は、いずれも標準アンテナ7を使用する場合を前提として条件が定められている。しかしながら、標準アンテナ7と外部アンテナ17とは特性が同一ではなく、損失に違いがある場合が多い。具体的には、外部アンテナ17はケーブル長が大きいなどの事情から標準アンテナ7よりも損失が大きくなることが多い。このような事情から、可変増幅器1の利得が同一であっても、標準アンテナ7が使用される場合と外部アンテナ17が使用される場合とでは送信電力に差が生じてしまうのである。

【0013】ただし第1ループにより送信電力制御が行われている場合は、使用アンテナの違いによる損失の違いが受信電力にも現れるために、その損失の違いを補償するように利得の設定が行われる。具体的には図10に示すように、標準アンテナ7使用時において受信電力が P_{th} であり動作点がAにあり、送信電力が16dBmになるように制御されているとする。このとき、外部アンテナ17が接続され、損失が2dBm増大したとすると、指示値生成部11で検出される受信電力が矢印Bで示すように $P_{th}-2$ に低下する。そうすると、指示値生成部11が矢印Cで示すように送信電力を18dBmに増加させるべく利得を上昇させ、動作点がDに変化することになる。これにより可変増幅器1からの出力レベルは18dBmの送信電力に相当するレベルまで上昇するが、矢印Eで示すように外部アンテナ17による損失を受けるので実際の送信電力は16dBmとなって、標準アンテナ7の使用時と同じ動作点Aで動作している状態となる。

【0014】ところが図11に示すように、標準アンテナ7使用時における動作点がしきい値「21」に近いFであった状態から外部アンテナ17が接続され損失が2dBm増大したとすると、指示値生成部11で検出される受信電力が矢印Gで示すように $P_{th}-2$ に低下する。そうすると、指示値生成部11が送信電力を22dBmに増加させるべく利得を上昇させようとするが、しきい値を超えてしまうために第2ループが機能することになり、標準アンテナ7を使用した場合の送信電力が21dBmとなる利得に抑えられ、動作点はIとなってしま

う。そうすると矢印Jで示すように外部アンテナ17による損失を受けることで実際の送信電力は19dBmとな

って、標準アンテナ7の使用時とは異なる動作点Kで動作している状態となり、送信電力が低下してしまう。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】以上のように従来は、標準アンテナと外部アンテナとでの損失の違いは受信電力に基づくオープンループ制御により補償することとしていた。このため、このオープンループ制御による送信電力が所定の最大送信電力を上回るおそれがあるために、送信電力制御を最大送信電力に応じて定まるリファレンス値と送信信号レベルとに基づくクローズドループ制御に切り換えた場合には、標準アンテナと外部アンテナとでの損失の違いを補償することができず、外部アンテナ使用時における送信電力が不適切となってしまうという不具合があった。

【0016】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、その目的とするところは、標準的な第1アンテナおよび外部の第2アンテナのいずれが使用される場合にも受信電力により定まる送信電力が最大送信電力を上回る場合には送信電力を最大送信電力近傍の所定電力に正しく制御することを可能とする無線通信装置および送信電力制御装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】送信信号を増幅する可変増幅手段の利得を、アンテナ切換手段が第1アンテナを選択しているときには受信電力に応じて定まる利得を所定の最大送信電力と前記第1アンテナにおける電力損失とにより定まる所定の第1制限値を越えないようにして利得とし、また前記アンテナ切換手段が第2アンテナを選択しているときには前記受信電力に応じて定まる送信電力に対して前記第1アンテナにおける電力損失と前記第2アンテナにおける電力損失との差に基づいて前記第1制限値を補正して定まる所定の第2制限値を越えないようにして利得とする送信電力制御手段を備えた。

【0018】このような手段を講じたことにより、可変増幅手段の利得の制限値が第1アンテナの使用時と第2アンテナの使用時とで、各アンテナの電力損失の違いを考慮して定められた別々の値に変更される。この結果、第1制限値および第2制限値を適切に設定しておくこと

で、いずれのアンテナを使用する場合にも、最大送信電力を超えない範囲で、最大送信電力までの送信電力での送信が行われる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態につき説明する。

【0020】（第1の実施形態）図1は本発明の第1実施形態に係る無線通信装置の要部構成を示すブロック図である。なお、図1において図9と同一の部分には同一符号を付して示してある。

【0021】この図に示すように本実施形態の無線通信装置は、可変増幅手段としての可変増幅器1、アップコンバータ2、バンドパスフィルタ3、電力増幅器4、アンテナ共用器5、アンテナ切換手段としてのアンテナ切換器6、第1アンテナとしての標準アンテナ7、外部アンテナ接続検出回路8、受信機9、A/D変換器10、第1利得決定手段としての指示値生成部11、D/A変換器13、電力検出手段としての検波回路14および送信電力制御手段としての送信電力制御装置20を有している。

【0022】図示しない変調器から与えられる送信信号は、可変増幅器1で増幅される。可変増幅器1で増幅された後の送信信号は、アップコンバータ2でローカル信号がミキシングされることで、無線周波数帯にアップコンバートされる。アップコンバータ2から出力される無線周波数帯の送信信号は、バンドパスフィルタ3により不要な周波数成分が除去される。さらにバンドパスフィルタ3を通過した送信信号は、電力増幅器4により無線送信するのに必要な電力レベルまで電力増幅される。そして電力増幅器4から出力される送信信号は、アンテナ共用器5およびアンテナ切換器6を介して通常は標準アンテナ7へと供給され、この標準アンテナ7により電波として放射される。なお、アンテナ切換器6には第2アンテナとしての外部アンテナ17を接続可能となっている。外部アンテナ17の接続の有無は外部アンテナ接続検出回路8により監視されている。そして外部アンテナ17が接続されているときには、外部アンテナ接続検出回路8の制御の下にアンテナ切換器6により外部アンテナ17が選択される。かくして、このように外部アンテナ17が接続された状態にあつては、電力増幅器4から出力される送信信号は、アンテナ共用器5およびアンテナ切換器6を介して外部アンテナ17へと供給され、この外部アンテナ17により電波として放射される。

【0023】なお、外部アンテナ接続検出回路8での外部アンテナ17の有無の検出結果を示した外部アンテナ検出信号が送信電力制御装置20へと与えられる。

【0024】一方、到来した電波を受けて標準アンテナ7または外部アンテナ17で生成された受信信号は、アンテナ切換器6およびアンテナ共用器5を介して受信機9へと与えられる。そして受信信号は、受信機9により

中間周波帯へのダウンコンバートや復調が施されてベースバンドの信号とされる。さらに受信機9から出力される受信信号は、A/D変換器10によりデジタル化された上で、図示しないベースバンド処理部へと与えられる。

【0025】A/D変換器10によりデジタル化された後の受信信号は、指示値生成部11にも与えられる。この指示値生成部11は、受信信号のレベルに基づいて受信電力を検出する。そして指示値生成部11は、検出した受信電力と予め定められた受信電力-利得値関係とに基づいて利得値を求め、これを利得指示値G1として送信電力制御装置20へと与える。

【0026】D/A変換器13は、送信電力制御装置20から後述するように離散的に出力される利得制御値をアナログ化して利得制御信号を生成し、これを可変増幅器1へと与える。

【0027】検波回路14には、電力増幅器4から出力される送信信号が分岐入力される。この検波回路14は、その入力される送信信号を検波し、その電力値を検出する。そして検波回路14は、検出した電力値（以下、検出値と称する）を送信電力制御装置20へと与える。

【0028】さて送信電力制御装置20は、図1に示すように参照値出力手段としてのリファレンス回路21、比較手段としての比較器22および利得制御部23を有している。そして、外部アンテナ接続検出回路8から出力される外部アンテナ検出信号はリファレンス回路21および利得制御部23へ、指示値生成部11から与えられる利得指示値G1は利得制御部23へ、そして検波回路14から与えられる検出値は比較器22へそれぞれ入力されている。

【0029】リファレンス回路21は、所定の2つのリファレンス値REF1、REF2を、外部アンテナ検出信号に基づいて選択して比較器22へと与える。リファレンス値REF1は第1参照電力値に相当するものである。本実施形態でこのリファレンス値REF1は、標準アンテナ7からの送信出力が最大送信電力となる際における検波回路14の出力レベルと同一値に定められる。リファレンス値REF2は第2参照電力値に相当するものである。本実施形態でこのリファレンス値REF2は、外部アンテナ17からの送信出力が最大送信電力となる際における検波回路14の出力レベルと同一値に定められる。

【0030】比較器22は、リファレンス回路21から与えられるリファレンス値と検波回路14から与えられる検出値とを比較し、リファレンス値に対する検出値の差分値を利得制御部23へと与える。

【0031】利得制御部23はマイクロプロセッサなどを備えて構成されていて、第2利得決定手段および利得制御手段としての機能を備えている。

【0032】ここで第2利得決定手段としての機能は、比較器22から与えられる差分値に基づいてフィードバック制御のための利得（以下、利得指示値と称する）G2の決定を行うものである。この利得指示値G2の決定に当って利得制御部23は、リファレンス値と検出値との大小関係に応じて利得指示値G2を増減するのであるが、利得指示値G2の範囲は外部アンテナ17が無い場合と有る場合とで異ならせる。

【0033】また利得制御手段としての機能は、指示値生成部11から与えられる利得指示値G1と上述の第2利得決定手段により決定された利得指示値G2とに基づいて利得制御値を決定し、これをD/A変換器13へと出力することで可変増幅器1の利得を制御する。

【0034】次に以上のように構成された無線通信装置の動作につき説明する。なお、信号の送受信のための基本的な動作については従来よりある同種の無線通信装置と同様であるのでその説明は省略し、ここでは送信電力の制御に関する処理について説明する。

【0035】まずリファレンス回路21は図2に示すように、外部アンテナ検出信号が外部アンテナ無しを示すときにはリファレンス値REF1を、また外部アンテナ有りを示すときにはリファレンス値REF2をそれぞれ出力する。

【0036】一方、利得制御部23は、図3に示すような利得指示値G2算出処理を所定の時間間隔で繰り返し実行する。

【0037】この利得指示値G2算出処理において利得制御部23はまず、外部アンテナ検出信号を確認し、外部アンテナ17が接続されているか否かを確認する（ステップST1）。そして外部アンテナ17が接続されていないのであれば利得制御部23は、利得指示値G2の可変範囲の下限值G2minを $[G2low - \alpha]$ として、また上限値G2maxを $[G2low + \alpha]$ としてそれぞれ算出する（ステップST2）。これに対して外部アンテナ17が接続されているのであれば利得制御部23は、利得指示値G2の可変範囲の下限值G2minを $[G2high - \alpha]$ として、また上限値G2maxを $[G2high + \alpha]$ としてそれぞれ算出する（ステップST3）。ここで、G2lowとは第1制限値に相当するものであって、理想的な動作状態にある状態にて標準アンテナ7からの送信電力が最高送信電力となる時の可変増幅器1の利得である。またG2highとは第2制限値に相当するものであって、理想的な動作状態にて外部アンテナ17からの送信電力が最高送信電力となる時の可変増幅器1の利得である。本実施形態では、標準アンテナ7の損失よりも外部アンテナ17の損失の方が大きい場合を想定しているので、 $G2low < G2high$ となっている。また α は、フィードバック制御による送信電力の変化幅に応じて定まる利得のマージンである。従って、この α の値は可変増幅器1の利得を固定した状態での送信電力の変動の大きさ

や最高送信電力時における送信電力変動の許容範囲などを考慮して任意に定められるものであるが、利得指示値G1の可変幅に比べると十分に小さい。

【0038】このようにしてステップST2またはステップST3にて利得指示値G2の可変範囲を決定したならば続いて利得制御部23は、比較器22が出力する差分値を取り込む（ステップST4）。そして利得制御部23は、この取り込んだ差分値に基づき、検出値とリファレンス値との大小関係を確認する（ステップST5）。

【0039】ここで、検出値のほうがリファレンス値よりも大きいのであれば、利得制御部23は第2利得値G2を現在の値から単位変化量 $\Delta G2$ を減じた値に変更する（ステップST6）。そして利得制御部23は、この変更後の利得指示値G2が可変範囲の最小値G2minを下回ってしまっていないかどうかを確認する（ステップST7）。ここで利得指示値G2が可変範囲の最小値G2minを下回っていないならば利得制御部23は、そのまま今回の利得指示値G2算出処理を終了することでステップST6で求めた値を利得指示値G2として確定する。しかしながら、利得指示値G2が可変範囲の最小値G2minを下回ってしまっているならば利得制御部23は、利得指示値G2をG2minに設定し直し（ステップST8）、これをもって今回の利得指示値G2算出処理を終了する。

【0040】一方、検出値のほうがリファレンス値よりも小さいのであれば、利得制御部23は第2利得値G2を現在の値から単位変化量 $\Delta G2$ を増やした値に変更する（ステップST9）。そして利得制御部23は、この変更後の利得指示値G2が可変範囲の最大値G2maxを上回ってしまっていないかどうかを確認する（ステップST10）。ここで利得指示値G2が可変範囲の最大値G2maxを上回っていないならば利得制御部23は、そのまま今回の利得指示値G2算出処理を終了することでステップST9で求めた値を利得指示値G2として確定する。しかしながら、利得指示値G2が可変範囲の最大値G2maxを上回ってしまっているならば利得制御部23は、利得指示値G2をG2maxに設定し直し（ステップST11）、これをもって今回の利得指示値G2算出処理を終了する。

【0041】なお、差分値が「0」であり、検出値とリファレンス値とが一致しているならば、利得制御部23はそのまま今回の利得指示値G2算出処理を終了することで、利得指示値G2を現在値のままに維持する。

【0042】このようにして、外部アンテナ17が接続されていないのであれば $G2low \pm \alpha$ の範囲内で、また外部アンテナ17が接続されているのであれば $G2high \pm \alpha$ の範囲内で、それぞれ第2利得値G2が設定される。

【0043】ところで利得制御部23は以上のような利

得指示値G2算出処理とは別に、図4に示すような利得制御処理を所定の時間間隔で繰り返し実行する。

【0044】この利得制御処理において利得制御部23はまず、指示値生成部11が出力する利得指示値G1と、前述の利得指示値G2算出処理により設定された最新の利得指示値G2とを取り込む(ステップST21)。そして利得制御部23は、この取り込んだ利得指示値G1と利得指示値G2とを比較し、利得指示値G1よりも利得指示値G2のほうが大きくなっているか否かを確認する(ステップST22)。

【0045】ここでもし、利得指示値G1よりも利得指示値G2のほうが大きいのであれば、利得制御部23は利得指示値G1を利得制御値として出力する(ステップST23)。しかし、利得指示値G1が利得指示値G2以上であるならば、利得制御部23は利得指示値G2を利得制御値として出力する(ステップST24)。そしてステップST23またはステップST24での利得制御値の出力を行ったならば、利得制御部23は今回の利得制御処理を終了する。

【0046】かくして、外部アンテナ17が接続されていないときには図5に示すように、利得指示値G2はG2low(図5では G_m としている)を中心とする 2α の幅(図5ではハッチングで示す部分)の範囲内に存在することとなる。また外部アンテナ17が接続されているときには図5に示すように、利得指示値G2はG2high(図5では G_m としている)を中心とする 2α の幅(図5ではハッチングで示す部分)の範囲内に存在することとなる。

【0047】なお図5において G_m と示してあるのは、理想的な動作状態にて標準アンテナ7からの送信電力が x [dBm]となる利得値を示す。つまり、 G_m は理想的な動作状態にて標準アンテナ7からの送信電力が21 [dBm]となる利得値を、また G_m は理想的な動作状態にて標準アンテナ7からの送信電力が23 [dBm]となる利得値をそれぞれ示す。従って、図5の例では、G2lowは理想的な動作状態にある状態にて標準アンテナ7からの送信電力を21 [dBm]とするように設定されているのであって、最大送信電力が21 [dBm]である場合の例となっている。またG2highは理想的な動作状態にて標準アンテナ7からの送信電力が23 [dBm]となる利得値に設定されているのであるから、外部アンテナ17での損失が標準アンテナ7での損失よりも2 [dBm]大きい場合の例となっている。

【0048】そしてこのような条件の下で、利得指示値G1が図5に示すように変動したとするならば、まず期間TAでは利得指示値G1が利得指示値G2を下回っているから、利得指示値G1が選択されて利得制御値として出力される。従って、受信電力に応じて可変増幅器1の利得が可変制御され、送信電力が受信電力に応じた値

とされることになる。

【0049】利得指示値G1が上昇して G_m の近傍に到達すると、利得指示値G1が利得指示値G2以上になる(T1時点)。なお、利得指示値G2は 2α の幅で変化するから、利得指示値G1が利得指示値G2以上になる時点は実際にはT1時点からずれることがあるが、利得指示値G2の変化に対して利得指示値G2の変化幅 2α は十分に小さいから、利得指示値G1が G_m 以上となったT1時点に利得指示値G1が利得指示値G2以上になると見なすことができる。

【0050】かくして利得指示値G1がおおよそ G_m 以上となっている期間TBには、利得指示値G2が選択されて利得制御値として出力される。従って、この期間TBでは、検波回路14、リファレンス回路21、比較器22および利得制御部23によりフィードバックループが形成される。そしてこのフィードバックループにより、検波回路14での検出値とリファレンス回路21が出力するリファレンス値REF1とが一致するように、すなわち電力増幅器4から出力される送信信号の電力値が標準アンテナ7からの送信出力が最大送信電力となる値と一致するように、可変増幅器1の利得が G_m 近傍で微調整される。

【0051】このようにして、送信信号の電力レベルは標準アンテナ7からの送信電力が21 dBmになるレベルを制限値として制限され、これにより標準アンテナ7からの送信電力が最大送信電力以下に抑えられる。

【0052】外部アンテナ17が接続されると、利得指示値G2は G_m に引き上げられる。このため、期間TCのように利得指示値G1が上昇して G_m の近傍に到達しても利得指示値G1が利得指示値G2を下回っており、引き続き利得指示値G1が選択されて利得制御値として出力される。このように、利得の標準的な制限値である G_m を超えて可変増幅器1の利得が上昇されるのであるが、送信信号は外部アンテナ17により2 [dBm]だけ余分な損失を受けるので、外部アンテナ17の送信電力は最大送信電力を超えることはない。

【0053】利得指示値G1が上昇して G_m の近傍に到達すると、利得指示値G1が利得指示値G2以上になる(T2時点)。なお、利得指示値G2はこのときも 2α の幅で変化するから、利得指示値G1が利得指示値G2以上になる時点は実際にはT2時点からずれることがあるが、利得指示値G2の変化に対して利得指示値G2の変化幅 2α は十分に小さいから、利得指示値G1が G_m 以上となったT2時点に利得指示値G1が利得指示値G2以上になると見なすことができる。

【0054】かくして利得指示値G1がおおよそ G_m 以上となっている期間TDには、利得指示値G2が選択されて利得制御値として出力される。従って、この期間TDでは、検波回路14、リファレンス回路21、比較器22および利得制御部23によりフィードバックループ

が形成される。そしてこのフィードバックループにより、検波回路14での検出値とリファレンス回路21が出力するリファレンス値REF2とが一致するように、すなわち電力増幅器4から出力される送信信号の電力値が外部アンテナ17からの送信出力が最大送信電力となる値と一致するように、可変増幅器1の利得が $G_{(2)}$ 近傍で微調整される。

【0055】このようにして、送信信号の電力レベルは標準アンテナ7からの送信電力が23 dBmになるレベルを制限値として制限され、これにより外部アンテナ17からの送信電力は最大送信電力付近まで上昇可能であって、かつ最大送信電力を超えることが無い。

【0056】すなわち、図6に示すように、標準アンテナ7使用時における動作点が最大送信電力「21」に近いKであった状態から外部アンテナ17が接続され損失が2 dBm増大したとすると、指示値生成部11で検出される受信電力が矢印Lで示すように $P_{rx} - 2$ に低下する。そうすると、指示値生成部11が送信電力を22 dBmに増加させるべく矢印Mで示すように利得を上昇させ、動作点がNに変化することになる。これにより可変増幅器1からの出力レベルは標準アンテナ7から18 dBmの送信電力で送信されるレベルまで上昇するが、矢印Oで示すように外部アンテナ17による損失を受けるので実際の送信電力は20 dBmとなって、標準アンテナ7の使用時と同じ動作点Kで動作している状態となる。

【0057】以上のようにして本実施形態によれば、外部アンテナ17を使用する場合でも、実際の送信電力を最大送信電力まで上昇させることが可能であり、標準アンテナ7および外部アンテナ17のいずれを使用する場合でも同条件で送信を行うことが可能である。

【0058】(第2の実施形態) 図7は本発明の第2実施形態に係る無線通信装置の要部構成を示すブロック図である。なお、図7において図1と同一の部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0059】この図に示すように本実施形態の無線通信装置は、可変増幅器1、アップコンバータ2、バンドパスフィルタ3、電力増幅器4、アンテナ共用器5、アンテナ切換器6、標準アンテナ7、外部アンテナ接続検出回路8、受信機9、A/D変換器10、指示値生成部11、D/A変換器13、検波回路14および送信電力制御手段としての送信電力制御装置30を有している。

【0060】すなわち本実施形態の無線通信装置は、前記第1実施形態の無線通信装置における送信電力制御装置20に代えて送信電力制御装置30を設けたものとなっている。

【0061】さて送信電力制御装置30は、図7に示すように参照値出力手段としてのリファレンス回路31、電力差算出手段としての比較器32および利得制御部33を有している。そして、外部アンテナ接続検出回路8

から出力される外部アンテナ検出信号は利得制御部33へ、指示値生成部11から与えられる利得指示値G1は利得制御部33へ、そして検波回路14から与えられる検出値は比較器32へそれぞれ入力されている。

【0062】リファレンス回路31は、基準参照電圧値としての所定のリファレンス値REF1を比較器32へと与える。

【0063】比較器32は、リファレンス回路31から与えられるリファレンス値REF1と検波回路14から与えられる検出値とを比較し、リファレンス値に対する検出値の差分値を利得制御部33へと与える。

【0064】利得制御部33はマイクロプロセッサなどを備えて構成されていて、第2利得決定手段および利得制御手段としての機能を備えている。

【0065】ここで第2利得決定手段としての機能は、比較器32から与えられる差分値に基づいてフィードバック制御のための利得指示値G2の決定を行うものである。この利得指示値G2の決定に当って利得制御部33は、リファレンス値と検出値との大小関係に応じて利得指示値G2を増減するのであるが、利得指示値G2の範囲は外部アンテナ17が無い場合と有る場合とで異なる。

【0066】また利得制御手段としての機能は、指示値生成部11から与えられる利得指示値G1と上述の第2利得決定手段により決定された利得指示値G2とに基づいて利得制御値を決定し、これをD/A変換器13へと出力することで可変増幅器1の利得を制御する。

【0067】次に以上のように構成された無線通信装置の動作につき説明する。なお、信号の送受信のための基本的な動作については従来よりある同種の無線通信装置と同様であるのでその説明は省略し、ここでは送信電力の制御に関する処理について説明する。

【0068】本実施形態における送信電力の制御は、基本的には前述の第1実施形態における送信電力の制御と同様であるが、リファレンス回路31が出力するリファレンス値をREF1に固定しておき、利得制御部33での利得指示値G2算出処理を以下のように変更することでフィードバックループによる送信電力制御を第1実施形態と同様に行うことを可能としたものである。

【0069】利得制御部33は、図8に示すような利得指示値G2算出処理を所定の時間間隔で繰り返し実行する。

【0070】この利得指示値G2算出処理において利得制御部33はまず、外部アンテナ検出信号を確認し、外部アンテナ17が接続されているか否かを確認する(ステップST31)。そして外部アンテナ17が接続されていないのであれば利得制御部33は、利得指示値G2の可変範囲の下限值 G_{2min} を $[G_{2low} - \alpha]$ として、また上限値 G_{2max} を $[G_{2low} + \alpha]$ としてそれぞれ算出するとともに、目標値として「0」を設定する(ステ

ップST32)。これに対して外部アンテナ17が接続されているのであれば利得制御部33は、利得指示値G2の可変範囲の下限值G2minを $[G2high - \alpha]$ として、また上限値G2maxを $[G2high + \alpha]$ としてそれぞれ算出するとともに、目標値として $[REF2 - REF1]$ なる値を設定する(ステップST33)。

【0071】このようにしてステップST32またはステップST33にて利得指示値G2の可変範囲および目標値を決定したならば続いて利得制御部33は、比較器32が出力する差分値を取り込む(ステップST34)。そして利得制御部33は、この取り込んだ差分値と目標値との大小関係を確認する(ステップST35)。

【0072】ここで、差分値が目標値よりも大きいのであれば、利得制御部33は第2利得値G2を現在の値から単位変化量 $\Delta G2$ を減じた値に変更する(ステップST36)。そして利得制御部33は、この変更後の利得指示値G2が可変範囲の最小値G2minを下回ってしまっていないかどうかを確認する(ステップST37)。ここで利得指示値G2が可変範囲の最小値G2minを下回っていないならば利得制御部33は、そのまま今回の利得指示値G2算出処理を終了することでステップST36で求めた値を利得指示値G2として確定する。しかしながら、利得指示値G2が可変範囲の最小値G2minを下回ってしまっているならば利得制御部33は、利得指示値G2をG2minに設定し直し(ステップST38)、これをもって今回の利得指示値G2算出処理を終了する。

【0073】一方、差分値が目標値よりも小さいのであれば、利得制御部33は第2利得値G2を現在の値から単位変化量 $\Delta G2$ を増やした値に変更する(ステップST39)。そして利得制御部33は、この変更後の利得指示値G2が可変範囲の最大値G2maxを上回ってしまっていないかどうかを確認する(ステップST40)。ここで利得指示値G2が可変範囲の最大値G2maxを上回っていないならば利得制御部33は、そのまま今回の利得指示値G2算出処理を終了することでステップST39で求めた値を利得指示値G2として確定する。しかしながら、利得指示値G2が可変範囲の最大値G2maxを上回ってしまっているならば利得制御部33は、利得指示値G2をG2maxに設定し直し(ステップST41)、これをもって今回の利得指示値G2算出処理を終了する。

【0074】なお、差分値と目標値とが一致しているならば、利得制御部33はそのまま今回の利得指示値G2算出処理を終了することで、利得指示値G2を現在の値のままに維持する。

【0075】このようにして、外部アンテナ17が接続されていないのであればG2low $\pm \alpha$ の範囲内で、また外部アンテナ17が接続されているのであればG2high

$\pm \alpha$ の範囲内で、それぞれ第2利得値G2が設定される。

【0076】以上のように本実施形態によれば、目標値を変更することで、フィードバックループにより合わせ込む目標状態を、外部アンテナ17が接続されていないときには検出値とリファレンス値REF1とが一致する状態に、また外部アンテナ17が接続されたときには検出値とリファレンス値REF1との差がリファレンス値REF2に対するリファレンス値REF1の差分値に一致する状態にそれぞれ変更しているのである。

【0077】そしてこれにより本実施形態では、リファレンス回路31の構成を簡易としながら前述の第1実施形態と同様な動作を実現できる。

【0078】なお、本発明は前記各実施形態に限定されるものではない。例えば前記各実施形態では、受信電力に基づくオープンループ制御とフィードバックループ制御との切り換えの判断のためのしきい値として利得指示値を利用することとしているが、G2lowやG2highなどのような固定値をしきい値として利用することも可能である。

【0079】また前記各実施形態では、外部アンテナ17が接続されているときにはこの外部アンテナ17を使用することとしているが、例えばユーザ指定などの所定の条件に応じて使用するアンテナを任意に切り換えるようにしても良い。そしてこの場合には、外部アンテナ17の接続の有無ではなく、アンテナ切換器6が標準アンテナ7および外部アンテナ17のいずれを選択しているかに応じて利得制御の手法を切り換える必要がある。

【0080】このほか、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形実施が可能である。

【0081】

【発明の効果】本発明によれば、可変増幅手段の利得の制限値を第1アンテナの使用時と第2アンテナの使用時とで、各アンテナの電力損失の違いを考慮して定められた別々の値に変更するようにしたので、第1制限値および第2制限値を適切に設定しておくことで、いずれのアンテナを使用する場合にも、最大送信電力を超えない範囲で、最大送信電力までの送信電力での送信を行うことができ、この結果、第1アンテナおよび第2アンテナのいずれが使用される場合にも受信電力により定まる送信電力が最大送信電力を上回る場合には送信電力を最大送信電力近傍の所定電力に正しく制御することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る無線通信装置の要部構成を示すブロック図。

【図2】外部アンテナ17の有無とリファレンス回路21の出力との関係を示す図。

【図3】図1中の利得制御部23による利得指示値G2算出処理の際の処理手順を示すフローチャート。

17

【図4】図1中の利得制御部23による利得制御処理の際の処理手順を示すフローチャート。

【図5】利得制御値としての利得指示値G1, 利得指示値G2の選択状況の具体例を示す図。

【図6】図1の無線通信装置において外部アンテナ17を使用することでの送信電力の低下が補償される様子を説明する図。

【図7】本発明の第2実施形態に係る無線通信装置の要部構成を示すブロック図。

【図8】図7中の利得制御部33による利得指示値G2 10算出処理の際の処理手順を示すフローチャート。

【図9】従来の無線通信装置の要部構成を示すブロック図。

【図10】図1の無線通信装置において外部アンテナ17を使用することでの送信電力の低下が補償される様子を説明する図。

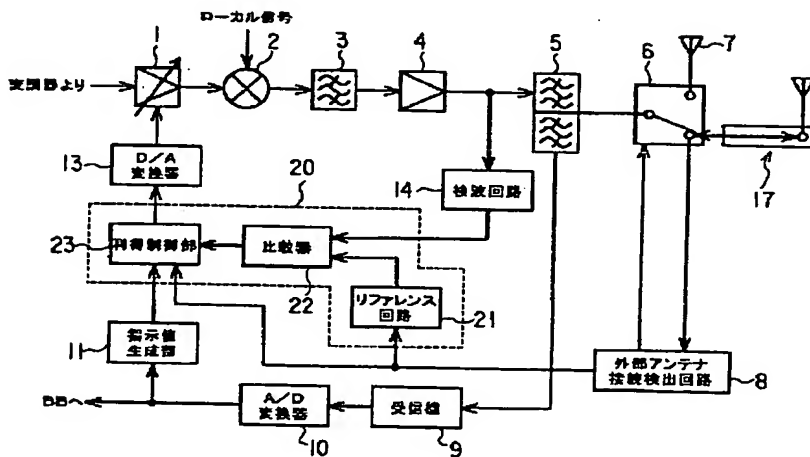
【図11】図1の無線通信装置において外部アンテナ17を使用することでの送信電力の低下が補償しきれない様子を説明する図。

【符号の説明】

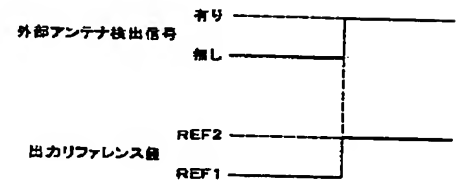
1…可変増幅器

- * 2…アップコンバータ
- 3…バンドパスフィルタ
- 4…電力増幅器
- 5…アンテナ共用器
- 6…アンテナ切換器
- 7…標準アンテナ
- 8…外部アンテナ接続検出回路
- 9…受信機
- 10…A/D変換器
- 11…指示値生成部
- 13…D/A変換器
- 14…検波回路
- 17…外部アンテナ
- 20…送信電力制御装置
- 21…リファレンス回路
- 22…比較器
- 23…利得制御部
- 30…送信電力制御装置
- 31…リファレンス回路
- 32…比較器
- * 33…利得制御部

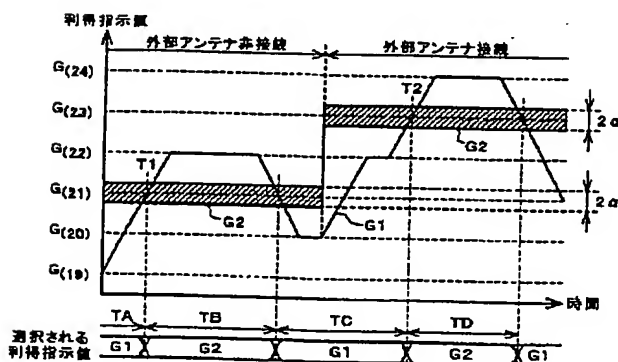
【図1】



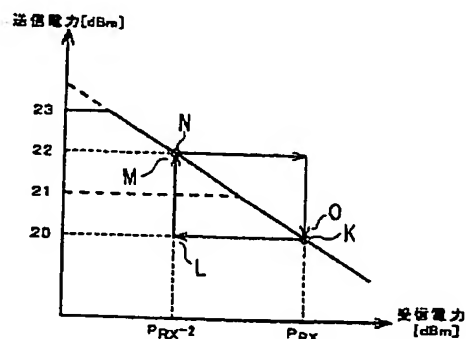
【図2】



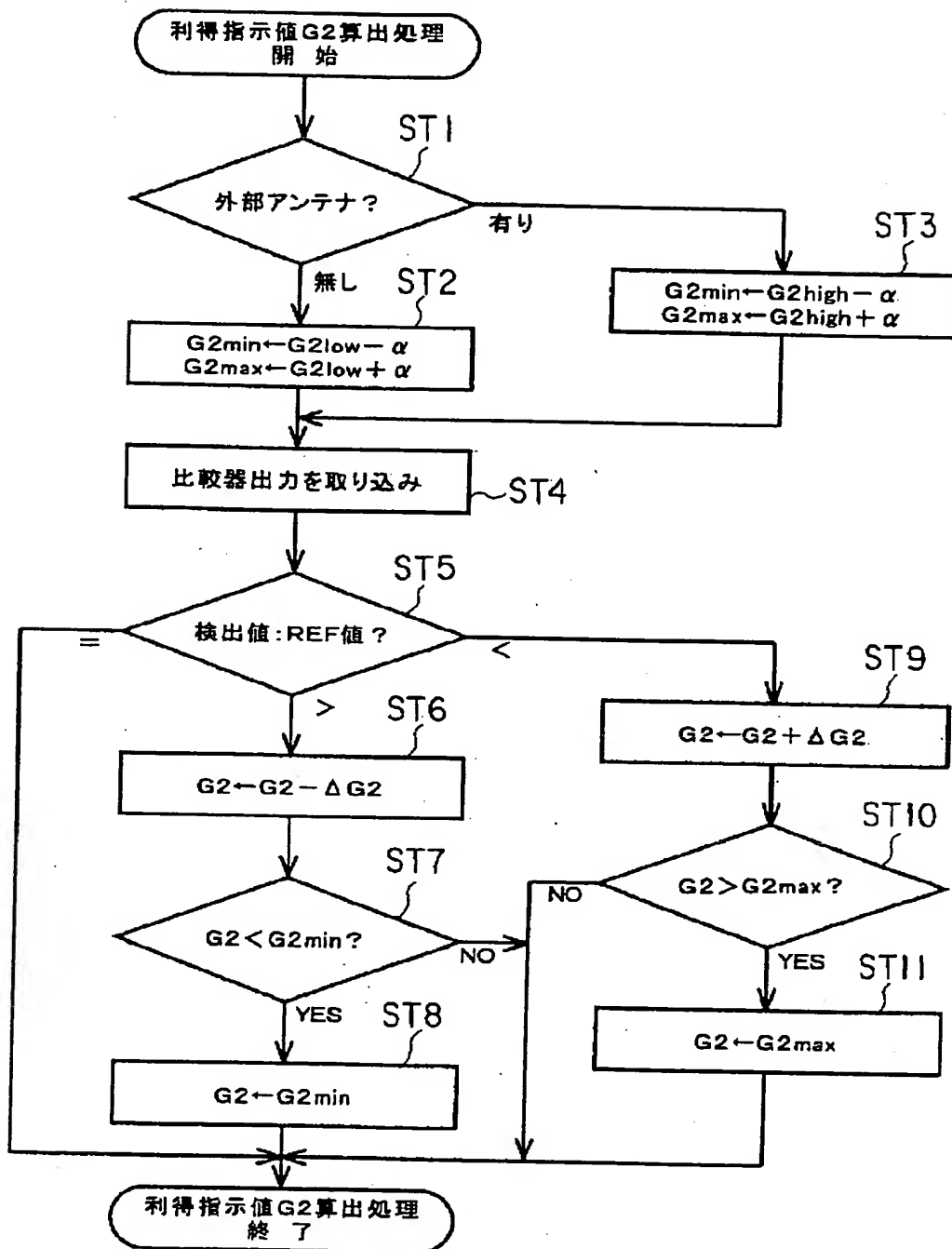
【図5】



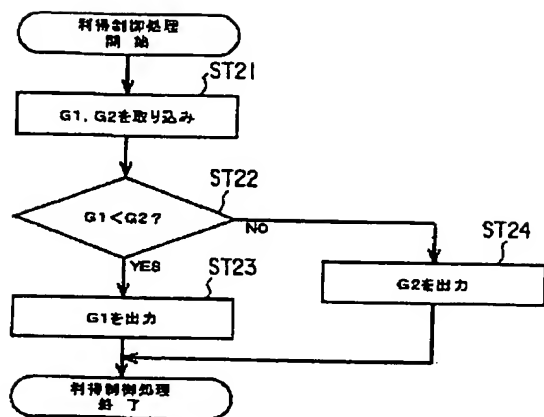
【図6】



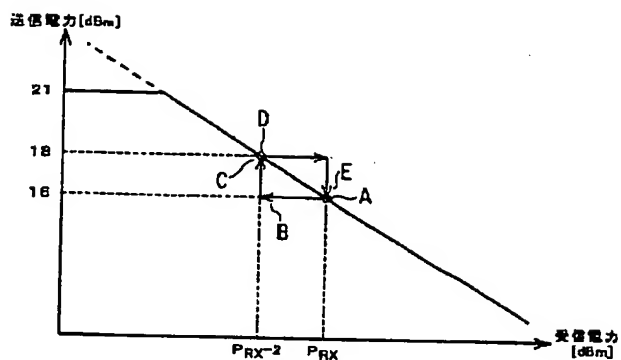
【図3】



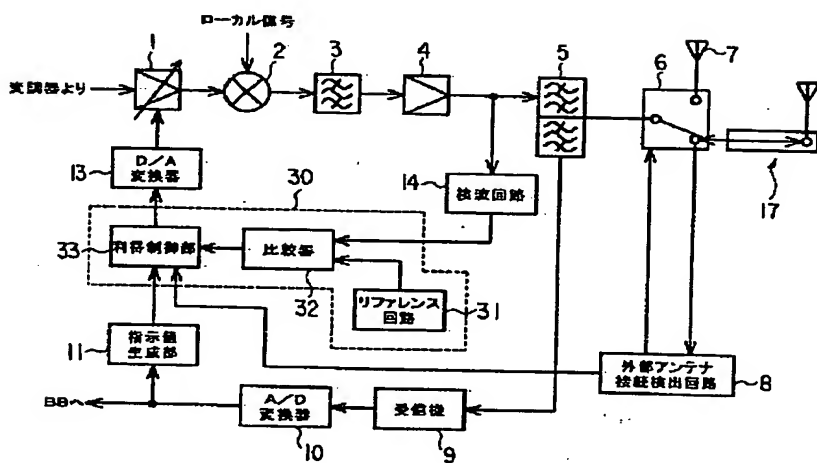
【図4】



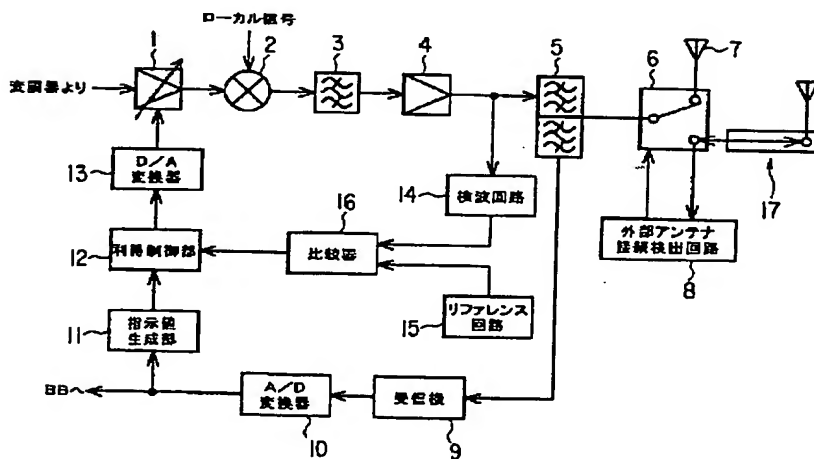
【図10】



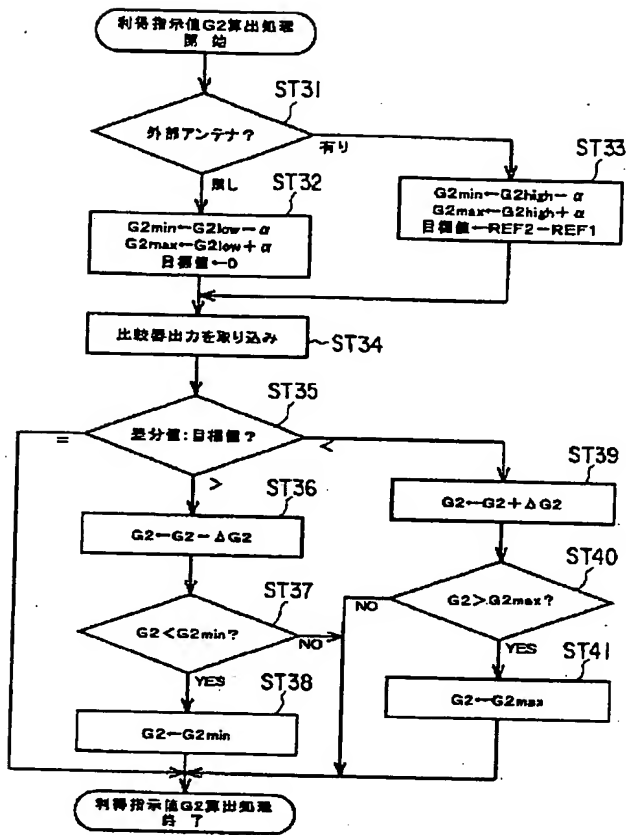
【図7】



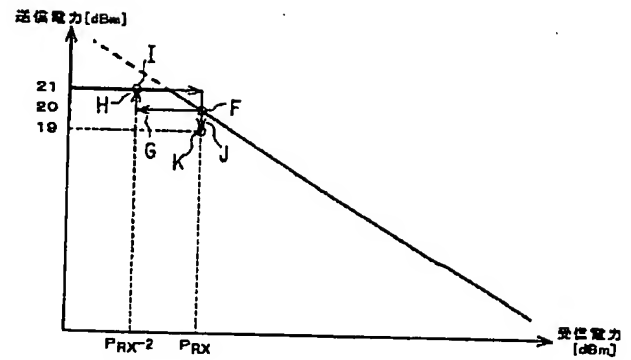
【図9】



【図8】



【図11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K011 DA02 DA12 DA21 EA03 FA07
 GA05 JA01 KA13
 5K060 CC04 CC11 CC19 DD04 HH06
 HH39 JJ21 JJ23 KK01 LL01
 LL24 LL25
 5K067 EE02 GG09 HH21 HH22 KK03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.